

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1996年 4月10日

出 願 番 号

Application Number:

平成 8年特許願第087848号

出 願 人

Applicant(s):

宇部興産株式会社

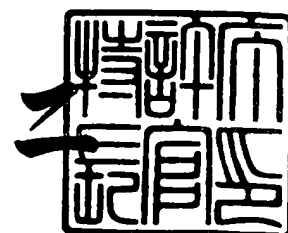
CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

BEST AVAILABLE COPY

1996年 5月31日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

清 川 佑 二



【書類名】 特許願

【整理番号】 KT-P960403

【提出日】 平成 8年 4月10日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B22D 17/00
B22D 21/04

【発明の名称】 半熔融金属の成形方法

【請求項の数】 5

【発明者】

【住所又は居所】 山口県宇部市大字小串字沖の山1980番地
宇部興産株式会社 機械・エンジニアリ
ング 事業本部

【氏名】 安達 充

【発明者】

【住所又は居所】 山口県宇部市大字小串字沖の山1980番地
宇部興産株式会社 機械・エンジニアリ
ング 事業本部

【氏名】 佐々木 寛人

【発明者】

【住所又は居所】 山口県宇部市大字小串字沖の山1980番地
宇部興産株式会社 機械・エンジニアリ
ング 事業本部

【氏名】 原田 康則

【特許出願人】

【識別番号】 000000206

【氏名又は名称】 宇部興産株式会社

【代表者】 長廣 眞臣

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012254

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半熔融金属の成形方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 結晶核を有する液相線温度以上の液体状態の合金、または結晶核を有する成形温度以上の固液共存状態の合金を、熱伝導率（室温）が $1.0 \text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$ 以上の材質であって注湯前に該合金の液相線温度以下に保持された保持容器に注湯し、成形に適した固相率を示す温度まで冷却する工程において、該保持容器を収納することが可能で、該保持容器よりは熱伝導率が小さいか、もしくは該保持容器と熱伝導率が同等以上で該保持容器よりは初期温度が高いか、あるいは該保持容器との間に気体で充填された間隙を保有した外部容器内に該保持容器を収納したうえで、微細な初晶を該保持容器内の該合金液中に晶出させ、かつ、該容器内の合金の温度分布が遅くとも成形前には均一になるようにして急速に冷却し、冷却後に該合金を成形用金型に供給して加圧成形することを特徴とする半熔融金属の成形方法。

【請求項2】 保持容器と外部容器との間の気体で充填された間隙に該保持容器より小さな熱伝導率の断熱材を配置するか、または、該保持容器の外表面もしくは該外部容器の内表面の少なくとも一方に突起あるいは凹部を付けて該間隙を確保させたことを特徴とする請求項1記載の半熔融金属の成形方法。

【請求項3】 外部容器は、保持容器の挿入前のみか、または保持容器の挿入後のみか、あるいは保持容器挿入前から挿入後に至るまで継続して、該外部容器の内部において加熱するか、または外部から加熱するか、あるいは該外部容器を誘導加熱することを特徴とする請求項1または請求項2記載の半熔融金属の成形方法。

【請求項4】 結晶核の生成方法は、液相線温度に対して過熱度を 300°C 未満に保持された合金溶湯を該合金溶湯よりも低い温度の治具の表面に接触させることを特徴とする請求項1ないし請求項3記載の半熔融金属の成形方法。

【請求項5】 液相線温度に対する加熱度が 100°C 未満に保持された合金溶湯を、治具を使用することなく直接、保持容器に注ぐこととする請求項1記載の半熔融金属の成形方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は半熔融金属の成形方法に係り、特に結晶核を有する液相線温度以上の液体状態の合金、または結晶核を有する成形温度以上の固液共存状態の合金を、熱伝導率（室温）が $1.0 \text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$ 以上の材質であって注湯前に該合金の液相線温度以下に保持された保持容器に注湯し、成形に適した固相率を示す温度まで冷却する工程において、微細な初晶を該合金液中に晶出させ、かつ、該容器内の合金の温度分布が均一になるようにして急速に冷却し、冷却後に該合金を成形用金型に供給して加圧成形する半熔融金属の成形方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

チクソキャスト法は、従来の鑄造法に比べて鑄造欠陥や偏析が少なく、金属組織が均一で、金型寿命が長いことや成形サイクルが短いなどの利点があり、最近注目されている技術である。この成形法（A）において使用されるビレットは、半熔融温度領域で機械攪拌や電磁攪拌を実施するか、あるいは加工後の再結晶を利用することによって得られた球状化組織を特徴とするものである。これに対して、従来鑄造法による素材を用いて半熔融成形する方法も知られている。これは、たとえば、等軸晶組織を発生しやすいマグネシウム合金においてさらに微細な結晶を生じさせるためにZrを添加する方法（B）や炭素系微細化剤を使用する方法（C）であり、またアルミニウム合金において微細化剤として $Al-5\%Ti-1\%B$ 母合金を従来の2倍～10倍程度添加する方法（D）であり、これら方法により得られた素材を半熔融温度域に加熱し初晶を球状化させ成形する方法である。また、固溶限以内の合金に対して、固相線近くの温度まで比較的急速に加熱した後、素材全体の温度を均一にし局部的な溶融を防ぐために、固相線を超えて材料が柔らかくなる適当な温度まで緩やかに加熱して成形する方法（E）が知られている。

一方、ビレットを半熔融温度領域まで昇温し成形する方法と異なり、球状の初晶を含む融液を連続的に生成し、ビレットとして一旦固化することなく、そのま

まそれを成形するレオキャスト法（F）が知られている。

また、先に本出願人が出願した特願平7-130134号において、結晶核を導入された金属を所定の半熔融温度まで冷却しながら保持する金属学的方法により球状初晶を得る方法を提案したが、保持時間の短縮化を考慮して、本出願人が出願した特願平7-290760号においては、熱伝導率が $1\text{ kcal/mh}^{\circ}\text{C}$ 以上の材質の保持容器を使用すること、かつ、この容器内の半熔融金属の温度分布の均一化を考慮して、保持容器の各位置に温度分布を付ける方法（G）を提案した。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述した（A）の方法は攪拌法や再結晶を利用する方法のいずれの場合も煩雑であり、製造コストが高くなる難点がある。また、マグネシウム合金においては（B）の方法の場合には、Zrが高く、コスト的に問題であり、（C）の方法では、炭化物系微細化剤を使用してその微細化効果を十分に発揮させるためには、酸化防止元素であるBeを、たとえば、7ppm程度に低く管理する必要がある、成形直前の加熱処理時に酸化燃焼しやすく、作業上不都合である。

【0004】

一方、アルミニウム合金においては、単に微細化剤を添加するだけでは $500\mu\text{m}$ 程度であり、 $100\mu\text{m}$ 以下の微細な結晶粒の組織を得ることは容易ではない。このため、多量に微細化剤を添加する方法（D）があるが、微細化剤が炉底に沈降しやすく工業的には難しく、かつコストも高い。さらに（E）の方法では、固相線を超えてから緩やかに加熱して素材の均一加熱と球状化を図ることを特徴とするチクソ成形法が提案されているが、通常のデンドライト組織を加熱してもチクソ組織（初晶デンドライトが球状化されている）には変化しない。

【0005】

しかも（A）～（E）のいずれのチクソ成形法においても半熔融成形するために、一旦液相を固化しそのピレットを再度半熔融温度領域まで昇温する必要がある、従来鑄造法に比べてコスト高になる。また、（F）の方法では、球状の初晶

を含む融液を連続的に生成供給するため、コスト的、エネルギー的にもチクソキャストよりも有利であるが、球状組織と液相からなる金属原料を製造する機械と最終製品を製造する鑄造機との設備的連動が煩雑である。(G)の方法では、アルミニウム合金においては、短時間の保持で温度分布の良い微細な球状初晶を有する半熔融金属を得ることが、比較的低い温度の保持容器の加熱（たとえば300℃以下の雰囲気）で容易にできる。しかし、熱容量の小さい合金、たとえばマグネシウム合金のような場合、保持容器に温度分布をつけても容器内金属の温度分布の均一化がアルミニウム合金ほど容易でなく、しかも容器内合金の温度が低下しやすい。このため、500℃以上の雰囲気に保持することが必要になる場合がある。しかし、このような温度で等温保持すると、保持容器内の合金の温度はかえって低下しにくくなる。このため、多数の保持容器（金属が容器中に保持されている）を連続的に搬送、加熱することができる炉では、炉内に温度分布を搬送方向につけたりする必要が出てくるが、狭い炉内ではそれが困難である。また、1個ずつの容器をそれぞれ1つの炉で管理する場合は、保持時間に合わせて温度を低下させる必要があるが、設備の構造上から煩雑であり、また設備費が高くなり不都合である。

【0006】

本発明は、上述の従来の各方法の問題点に着目し、ピレットを使用することなくしかも煩雑な方法を採用することなく、簡便容易に、容器内の合金の温度分布が遅くとも成形前には均一になるようにして急速に冷却して、微細な球状化した初晶を有する半熔融金属を得て、加圧成形する方法を提供することを目的とするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】

このような問題を解決するために、本発明においては、第1の発明では、結晶核を有する液相線温度以上の液体状態の合金、または結晶核を有する成形温度以上の固液共存状態の合金を、熱伝導率（室温）が $1.0 \text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$ 以上の材質であって注湯前に該合金の液相線温度以下に保持された保持容器に注湯し、成形に適した固相率を示す温度まで冷却する工程において、該保持容器を収納す

ることが可能で、該保持容器よりは熱伝導率が小さいか、もしくは該保持容器と熱伝導率が同等以上で該保持容器よりは初期温度が高いか、あるいは該保持容器との間に気体で充填された間隙を保有した外部容器内に該保持容器を収納したうえで、微細な初晶を該保持容器内の該合金液中に晶出させ、かつ、該容器内の合金の温度分布が遅くとも成形前には均一になるようにして急速に冷却し、冷却後に該合金を成形用金型に供給して加圧成形することとした。

また、第2の発明では、第1の発明における保持容器と外部容器との間の気体で充填された間隙に該保持容器より小さな熱伝導率の断熱材を配置するか、または、該保持容器の外表面もしくは該外部容器の内表面の少なくとも一方に突起あるいは凹部を付けて該間隙を確保させた。

また、第3の発明では、上記の外部容器は、保持容器の挿入前のみか、または保持容器の挿入後のみか、あるいは保持容器挿入前から挿入後に至るまで継続して、該外部容器の内部において加熱するか、または外部から加熱するか、あるいは該外部容器を誘導加熱することとした。

さらに第4の発明では、結晶核の生成方法は、液相線温度に対して過熱度を300℃未満に保持された合金溶湯を該合金溶湯よりも低い温度の治具の表面に接触させること構成とした。

また、第5の発明では、第1の発明における結晶核の生成方法は、液相線温度に対する加熱度が100℃未満に保持された合金溶湯を治具を使用することなく直接、保持容器に注ぐこととした。

【0008】

【発明の実施の形態】

結晶核を有する液相線温度以上の液体状態の合金、または結晶核を有する成形温度以上の固液共存状態の合金を、熱伝導率（室温）が $1.0 \text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$ 以上の材質であって注湯前に該合金の液相線温度以下に保持された保持容器に注湯し、成形に適した固相率を示す温度まで冷却する工程において、該保持容器を収納することが可能で、該保持容器よりは熱伝導率が小さいか、もしくは該保持容器と熱伝導率が同等以上で該保持容器よりは初期温度が高いか、あるいは該保持容器との間に気体で充填された間隙を保有した外部容器内に該保持容器を収納

したうえで、微細な初晶を該保持容器内の該合金液中に晶出させ、かつ、該容器内の合金の温度分布が遅くとも成形前には均一になるようにして急速に冷却し、冷却後に該合金を成形用金型に供給して加圧成形することにより、半熔融金属は液相と固相が分離することなく金型キャビティ内に均一に充填されるため、均質な組織の成形体を得られる。

【0009】

【実施例】

以下図面に基づいて本発明の実施例の詳細について説明する。図1～図7は本発明の実施例に係り、図1は最大固溶限以上の組成の亜共晶アルミニウム合金の半熔融金属の成形方法を示す工程説明図、図2は最大固溶限内組成のマグネシウム合金あるいはアルミニウム合金の半熔融金属の成形方法を示す工程説明図、図3は球状初晶の生成から成形までの工程説明図、図4は図3に示した各工程の金属組織の模写図、図5は図3の工程〔3〕における保持容器内の半熔融金属の温度分布と外部容器を使用しない従来方法の半熔融金属の温度分布の比較図、図6は本発明例の成形体の金属組織を示す顕微鏡写真の模写図、図7は比較例の成形品の金属組織を示す顕微鏡写真の模写図である。

【0010】

本発明においては、図1、図2、図3に示すように、まず、

(1) 液相線温度に対して過熱度を300℃未満に保持した最大固溶限以上の組成の亜共晶アルミニウム合金あるいは最大固溶限内組成のマグネシウム合金、アルミニウム合金の溶湯を、該合金の融点よりも低い温度の治具20の表面に接触させるか、あるいは、

(2) 液相線温度に対する過熱度を100℃未満に保持したアルミニウム合金、マグネシウム合金の溶湯および必要に応じて核生成促進元素を含む溶湯結晶を、治具20を使用せず直接、

熱伝導率(室温)が1.0 kcal/mhr℃以上の材質であって注湯前に該合金の液相線温度以下に保持された所定厚みの保持容器30に注湯し、保持容器上部に断熱用の蓋32を置き、成形に適した固相率を示す温度まで冷却する工程において、該保持容器を収納することが可能な外部容器31により、該保持容器

の外表面を加熱もしくは保温することにより非樹枝状晶の微細な球状の初晶を保持容器内の該合金中に晶出させ、かつ該保持容器内の合金の温度分布を遅くとも成形前には均一になるようにして急速に冷却した後、該合金を成形用金型に供給して加圧成形する。

【0011】

保持容器30の厚みに関しては、注湯された後、容器壁面に接する溶湯より樹枝状の初晶が発生せず、しかも成形直前に容器内から半熔融金属を取り出した段階で容器内部に凝固層が残らない厚みとすることが望ましく、その厚みは、合金および保持容器30内の合金の重量により適宜決定される。

また、「成形に適した固相率」とは、加圧成形に適する固相の量比を意味し、ダイカスト鑄造、スクイズ鑄造などの高圧鑄造では固相率は10%~80%、好ましくは30%~70%（70%以上では素材の成形性が劣り、30%以下では素材が軟らかいためハンドリングが難しいばかりでなく、均一な組織が得にくくなる）とし、押出法や鍛造法では、30%~99.9%、好ましくは50%~99.9%（50%以下では組織の不均一が生じる恐れがある）とする。

【0012】

また、「液相線温度以下」の温度とは、速やかに保持容器内合金の温度を成形温度まで低下させても、保持容器壁面に接する溶湯より樹枝状の初晶が発生せず、しかも成形直前に容器内から半熔融合金を取り出した段階で保持容器内部に凝固層が残らない温度であって、しかも結晶核を有する合金を保持容器30に注湯しても結晶核の消滅がない液相線温度以下の温度を意味しており、その値は合金および保持容器内の合金の重量により異なる。

【0013】

さらに、本発明でいう「保持容器」とは、金属性容器または非金属性容器とするか、あるいは半導体を含む非金属材料を表面に塗布した金属製容器、もしくは半導体を含む非金属材料を複合させた金属製容器とする。非金属材料を金属製容器の表面に塗布するのはメタルの付着防止に効果的である。

また、本発明でいう「外部容器」は、保持容器内の合金を所定の時間内に冷却させるものであることから、保持容器30を保温あるいは加熱するとともに、速

やかに冷却させる必要がある。このため、外部容器 31 の温度は所定時間以内には成形温度以下に低下する必要がある。

【0014】

また、保持容器 30 内の合金の温度分布をより均一にするために、外部容器 31 に温度分布を付けてもよい。たとえば、高周波加熱炉により外部容器 31 の上部、下部を中央部より強く加熱する。なお、外部容器 31 の加熱を保持容器 30 挿入前から挿入後に至るまで継続して加熱する場合、必要に応じて保持容器 30 内の合金の温度の調整のために、外部容器 31 の加熱を一時的に中断することもある。

そして、保持容器 30 を外部容器 31 内に収納したとき、保持容器 30 と外部容器 31 との間に空隙が出来るように、外部容器 31 の内径を保持容器 30 の外径よりも一回り大きくしておく。また、保持容器 30 の外周外側に突出した突起や外部容器 31 に内周内側に突出した突起を円周方向複数個配設して、この空隙を確保する。あるいは、突起の代わりに保持容器外周面もしくは外部容器内周面を凹部に形成して空隙を形成するようにしてもよい。

また、保持容器 30 と外部容器 31 との間に充填される気体は、空気以外に不活性ガス、炭酸ガス、SF₆などの多種の気体が適当である。

【0015】

本発明の方法は、具体的には、以下のとおりの手順により作業を進める。

図3および図4の工程[1]においてラドル10内に入れられた完全液体である金属Mを工程[2]において、

(a) 冷却用治具20を用いて低温溶湯（必要に応じて結晶核生成を促進する元素も添加）から結晶核を発生させ、工程[3]-0においてあらかじめ液相線温度以下の所定の温度に保持された容器30に注ぐ、または、

(b) 必要に応じて微細組織生成促進元素が添加された融点直上の低温溶湯を直接工程[3]-0においてあらかじめ液相線温度以下に保持された保持容器30に注ぐ、のいずれかの方法により、多数の結晶核を含む液相線直下あるいは直上の合金を得る。

【0016】

次に工程〔3〕において、保持容器30を断熱材33が底部に敷かれた外部容器31の中に収納して、蓋をした後、保持容器内の該合金の温度を低下させながら半溶融状態で保持し、導入された結晶核から微細な粒状（非デンドライト状）の初晶を生成させる。保持容器30を図1や図2に示した所定の温度条件で降温させるために、外部容器31は、保持容器30の挿入前のみか、または保持容器30の挿入後のみか、あるいは保持容器挿入前から挿入後に至るまで継続して、外部容器31の内部において加熱するか、または外部から加熱するか、あるいは外部容器31を誘導加熱する等の方法で温度管理する。

このようにして、得られた所定の固相率を有する金属Mを、たとえば、工程〔4〕のようにダイキャストの射出スリーブ70に挿入した後、ダイカストマシンの金型キャビティ80a内で加圧成形して成形品を得る。

【0017】

図1、図2、図3、図4に示す本発明例と従来のチクソキャスト法、レオキャスト法、の違いは図より明らかである。すなわち、本発明では従来法のように、半溶融温度領域で晶出したデンドライト状の初晶を機械攪拌や電磁攪拌で強制的に破碎球状化することではなく、半溶融温度領域での温度低下とともに液中に導入された結晶核を起点として晶出、成長する多数の初晶が合金自身が持っている熱量により（必要に応じて外部から加熱保持されることも有り得る）連続的に球状化されるものであり、また、チクソキャスト法におけるピレットの再昇温による半溶融化の工程が省かれているため、極めて簡便な方法である。

【0018】

上述した各工程、すなわち、図1に示す冷却治具への注湯工程、初晶の生成、球状工程、成形工程のそれぞれにおいて設定された鑄造条件、球状化条件および成形条件や第2の発明、第3の発明、第4の発明、第5の発明で示した数値限定理由について以下に説明する。

鑄造温度が融点に対して300℃以上高ければ、あるいは治具20の表面温度が融点以上の場合では、

- (1) 結晶の核発生が少なく、しかも、
- (2) 容器に注がれた時の溶湯Mの温度が液相線よりも高いために残存する結晶

核の割合も少なく、初晶のサイズが大きくなる。

【0019】

このため、鑄造温度は液相線に対する過熱度が300℃未満とし、治具の表面温度は、合金の融点よりも低くする。なお、液相線に対する過熱度を100℃未満とすることにより、さらに好ましくは50℃以下にすることにより、また、治具20の温度を合金Mの融点よりも50℃以上低くすることにより、より微細な初晶サイズとすることができる。

【0020】

治具20に溶湯Mを接触させる方法としては、治具の表面を溶湯Mを移動させる場合（傾斜した治具20へ溶湯を流す）と溶湯中を治具20が移動する場合の2種類がある。なお、ここで言う「治具」とは、溶湯が流下する際に冷却作用を溶湯に与えるものを言うが、これに代えて、たとえば、給湯機の筒状のパイプを使用してもよい。

【0021】

保持容器30は、液相線直下に低下した溶湯を所定の固相率まで冷却保持するために用いるものであるが、保持容器30の熱伝導率（室温）が $1.0 \text{ kcal/m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$ 未満の場合は、断熱性が良いため、保持容器30に注がれた溶湯Mが所定の固相率を示す温度まで冷却保持される時間が長くなり、作業能率が悪く、かつ、生成した球状初晶も粗くなり成形性が低下する。

【0022】

ただし、保持容器内の溶湯量が少ない場合は $1.0 \text{ kcal/m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$ 未満でも冷却に必要な保持時間は短くなる。また、保持容器30の温度が液相線温度よりも高い場合は、該容器に注がれた時の溶湯Mの温度が液相線よりも高いために残存する結晶核の割合も少なく、初晶のサイズが大きくなる。また、溶湯Mの固相率が成形に適した固相率を示すまで冷却される際に外部容器31により保持容器30の内部の合金の温度の均一化をより改善するために、保持容器30の上部に蓋をすること、保持容器30と外部容器31の間に適度の間隙をつくること、保持容器30の底部と外部容器31の接触する部分には断熱材を配置するか、前述したように、保持容器30、外部容器31のいずれかに突起や凹部を付ける

ことが、望ましい。

【0023】

保持容器30は熱伝導率以外は特に限定されるものではなく、溶湯との濡れ性が悪いものが好ましい。また、通気性のある容器を保持容器30として使用する場合あるいは長時間保持される場合、マグネシウム合金およびアルミニウム合金は酸化しやすいため、容器外部を所定の雰囲気（不活性雰囲気、減圧雰囲気など）にすることが好ましい。また金属性容器を使用する場合においても、マグネシウム合金は酸化しやすいので、不活性雰囲気やCO₂雰囲気にすることが望ましい。また、酸化防止を図るために予め金属溶湯にマグネシウム合金ではBe、Ca、アルミニウム合金ではBeを添加することが望ましい。なお、保持容器30の形状は筒状に限定されるものではなく、その後の成形法に適した形状が可能である。

【0024】

なお、高圧鑄造では成形直前の固相率が80%以上であれば成形時の変形抵抗が高く良好な品質の成形品を得ることができない。また10%以内では均一な組織を有する成形品を得ることができない。このため、前述したとおり成形時の固相率は10%～80%とすることが望ましい。

【0025】

さらに、実質の固相率を30%～70%にすることにより、さらに均質でかつ高品質の成形材を容易に加圧成形できる。また、共晶組成に近いAl-Si系合金を成形する場合、液相率を80%以内に低下させる必要がある時は、Siの改良元素であるNaやSrなどを添加することは共晶Siを微細化し、延性を向上させるのに好都合である。加圧成形する手段としては、スクイズ鑄造法やダイキャスト鑄造法に代表される高圧鑄造法に限定されるものではなく、押し出し法、鍛造法などの加圧成形する種々の方法が含まれる。

【0026】

溶湯Mを接触させる治具20は、溶湯の温度を低下させることができるものであれば、その材質を限定するものではないが、特に熱伝導率の高い銅、銅合金、アルミニウム合金などの金属で、しかも一定の温度以下に維持できるように冷却

管理された治具20は結晶核を多く生成するので好ましい。なお、溶湯Mが治具20に付着するのを防ぐために非金属材料を塗布するは効果的である。塗布する方法としては、機械的、化学的、あるいは物理的方法のいずれでも構わない。さらに、冷却治具としてBNなどの合金が付着しにくい性質を有するセラミックも、実用できるものである。

なお、治具20を用いずに微細球状の初晶を得る場合、液相線に対する加熱度を100℃未満、さらに好ましくは30℃以下にするのは、保持容器30に注いだ合金を、結晶核を有する液体状態、または結晶核を有する成形温度以上の固液共存状態にするためである。

注がれた保持容器30内の溶湯温度が高ければ、所定の固相率まで温度が低下するために時間が掛かり過ぎ能率が悪い。また注がれた溶湯Mの湯面が酸化されたり、あるいは燃焼したりするために不都合である。

【0027】

表1に、保持容器の条件、保持容器内合金の条件、外部容器の条件および成形材の品質を示す。成形は図3に示すように半熔融金属をスリーブに挿入し、その後スクイズ鑄造機を用いて行なった。成形条件は、加圧力 950 kgf/cm^2 、射出速度 1.0 m/s 、鑄造品重量（ビスケット含む） 2 kg 、金型温度 250°C とした。

【0028】

【表 1】

表 1

No	合金	冷却板の温度 (°C)	保持容器の初期温度 (°C)	保持容器の材質	保持容器の合金の初期温度 (°C) *1	外部容器の材質	外部容器の加熱方法	保持容器挿入直前の外部容器温度 (°C)	外部容器の加熱時期	成形温度経過の保持時間 (分) *4	成形材初晶粒徑 (μm)	容器内メタルの温度分布
1	AZ91	20	250	SUS	601	SUS	B	480	C	5.0	80	○
2	AZ91	20	450	SUS	601	黒鉛	C	480	A	6.1	100	○
3	AZ91	100	250	SUS	599	黒鉛	C	610	A	9.4	97	○
4	AZ91	20	250	SUS	587	黒鉛	C	540	A	5.8	93	○
5	AZ91	20	250	SUS	600	SUS	A	20	B	5.5	83	○
6	AZ91	20	250	SUS	601	SUS	B	600	C	50.0	175	○
7	AZ91	*5	100	SUS	599	黒鉛	C	480	A	6.5	145	○
8	AC4CH	20	450	SIN	616	黒鉛	B	500	A	8.5	90	○
9	AC4CH	20	250	SUS	615	黒鉛	C	300	A	4.5	81	○
10	AZ91	20	200	SUS	601	*6	-	-	-	1.5	70	×
11	AC4CH	20	250	SUS	615	*6	-	-	-	2.5	60	×
12	AZ91	20	250	SUS	599	黒鉛	A	650	C	70.1	220	○
13	AC4CH	20	250	SUS	720 *7	黒鉛	C	500	A	8.5	600	○
14	AC4CH	20	250	SUS	615	黒鉛	C	300	A	0.04	40 *8	×
15	AZ91	20	650	SUS	604	黒鉛	C	480	A	6.5	3,000	×

【注記】

- *1 融点AZ91:588°C
AC4CH:618°C
- *2 A 外部容器を内部からヒーターにより加熱
B 外部容器を外部からヒーターにより加熱
C 外部容器を誘導加熱
- *3 A 保持容器挿入前のみ
B 保持容器挿入後のみ
C 保持容器挿入前から挿入後まで
- *4 成形温度
AZ91:570°C, AC4CH:585°C
ただし、No.14 については810°Cとする。
- *5 冷却板なし
- *6 外部容器なし
- *7 冷却板への注湯温度:950°C
- *8 初晶の形態は必ずしも球状でない。
- *9 ○ 温度分布 良い (最高部位と最低部位の差5°C以内)
× 温度分布 悪い (最高部位と最低部位の差5°Cを超える)
- *10 合金重量:約2kg

【0029】

表1によれば、比較例10、11では外部容器を使用していないため、急速に保持容器内の合金の温度は低下し、このために初晶の粒径は細かいが保持容器内の半溶融合金の温度分布は、たとえば図5の比較例に示すように、悪い。比較例12では、保持容器内での半溶融合金の保持時間が長いため、保持容器内の半溶融合金の温度分布は良いが、初晶の粒径は大きい。比較例13では、鑄造温度が高いため、保持容器内に注湯される合金の温度が高く、結晶核の発生はほとんどないか、あるいは速やかに結晶核は消滅するために、初晶の粒径は大きい。比較例14では、液相率が多く保持時間が短いために、保持容器内の半溶融合金の温度分布は悪い。比較例15では保持容器の温度が高いため、冷却板により導入された結晶核は消滅し、図7に示すように、粗大な初晶しか発生しない。

【0030】

一方、本発明例1～9では容器内の金属の温度分布を均一に保ちながら急速に冷却させ、簡便容易に非樹枝状晶の微細な初晶を有する半溶融金属を得て、該合金を成形用金型に供給して加圧成形することにより、図6に示すように、 $200\mu\text{m}$ 以下の微細な球状の初晶を有する均質な組織の成形体を得られる。

【0031】

【発明の効果】

以上説明したことから明らかなように、本発明に係る半溶融金属の成形方法では、下記のような優れた作用効果が得られる。

すなわち、本発明では、結晶核を有する液相線温度以上の液体状態の合金、または結晶核を有する成形温度以上の固液共存状態の合金を、熱伝導率（室温）が $1.0\text{ kcal/mh}^{\circ}\text{C}$ 以上の材質であって注湯前に該合金の液相線温度以下に保持された保持容器に注湯し、成形に適した固相率を示す温度まで冷却する工程において、該保持容器を収納することが可能で、該保持容器よりは熱伝導率が小さいか、もしくは該保持容器と熱伝導率が同等以上で該保持容器よりは初期温度が高いか、あるいは該保持容器との間に気体で充満された間隙を保有した外部容器内に該保持容器を収納したうえで、微細な初晶を該保持容器内の該合金液中に晶出させ、かつ、該容器内の合金の温度分布が遅くとも成形前には均一になるようにして急速に冷却し、冷却後に該合金を成形用金型に供給して加圧成形するこ

とにより、従来の機械攪拌法、電磁攪拌法に依らず、簡便容易にかつ、低コストで微細かつ球状の組織を有する成形体を得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係る最大固溶限以上の組成の亜共晶アルミニウム合金の半熔融金属の成形方法を示す工程説明図である。

【図 2】

本発明に係る最大固溶限内組成のマグネシウム合金あるいはアルミニウム合金の半熔融金属の成形方法を示す工程説明図である。

【図 3】

本発明に係る球状初晶の生成から成形までの工程説明図である。

【図 4】

図 3 に示した各工程の金属組織の模写図である。

【図 5】

図 3 に示した工程 [3] における保持容器内の半熔融金属の温度分布と外部容器を使用しない従来方法の半熔融金属の温度分布の比較図である。

【図 6】

本発明例の成形品の金属組織を示す顕微鏡写真の模写図である。

【図 7】

比較例の成形品の金属組織を示す顕微鏡写真の模写図である。

【符号の説明】

- 10 ラドル
- 20 治具
- 30 保持容器（セラミック製容器、金属容器）
- 31 外部容器
- 32 蓋
- 33 断熱材
- 40 ヒーター
- 50 保温カバー

60 搬送装置

70 射出スリーブ

80 金型

80a 金型キャビティ

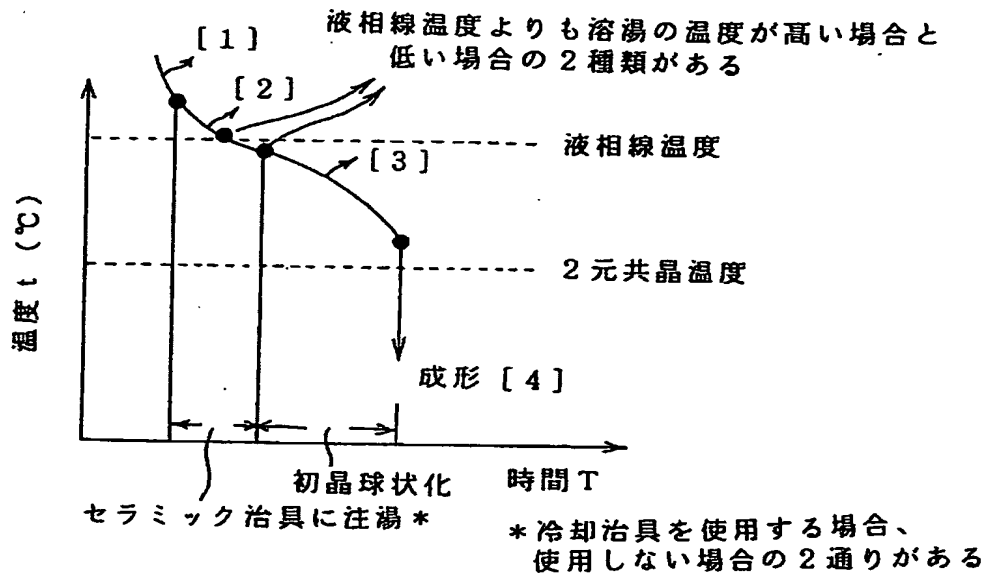
M 溶湯金属

t 保持時間

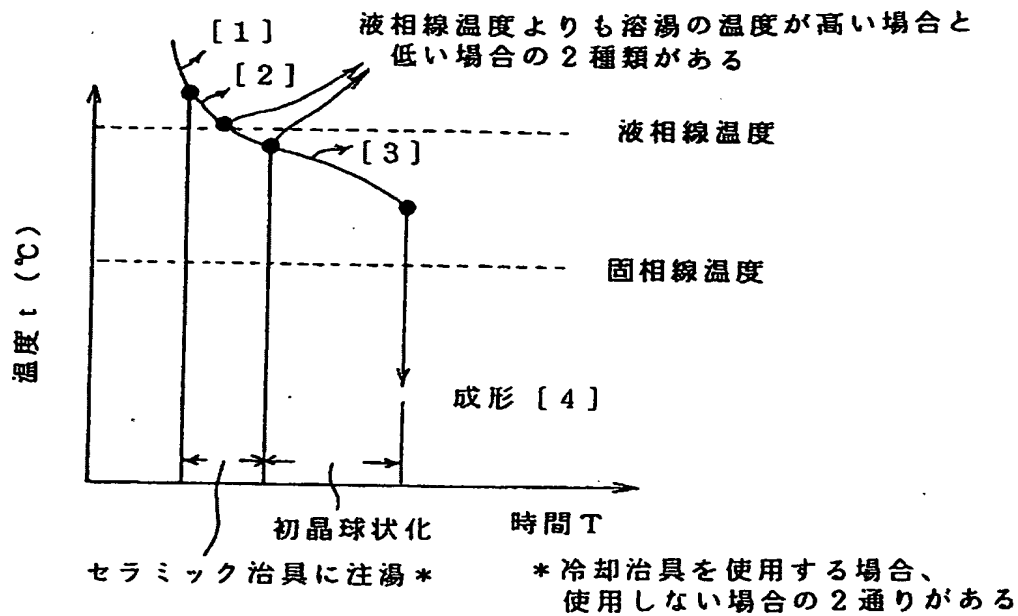
T 容器内メタル温度

【書類名】 図面

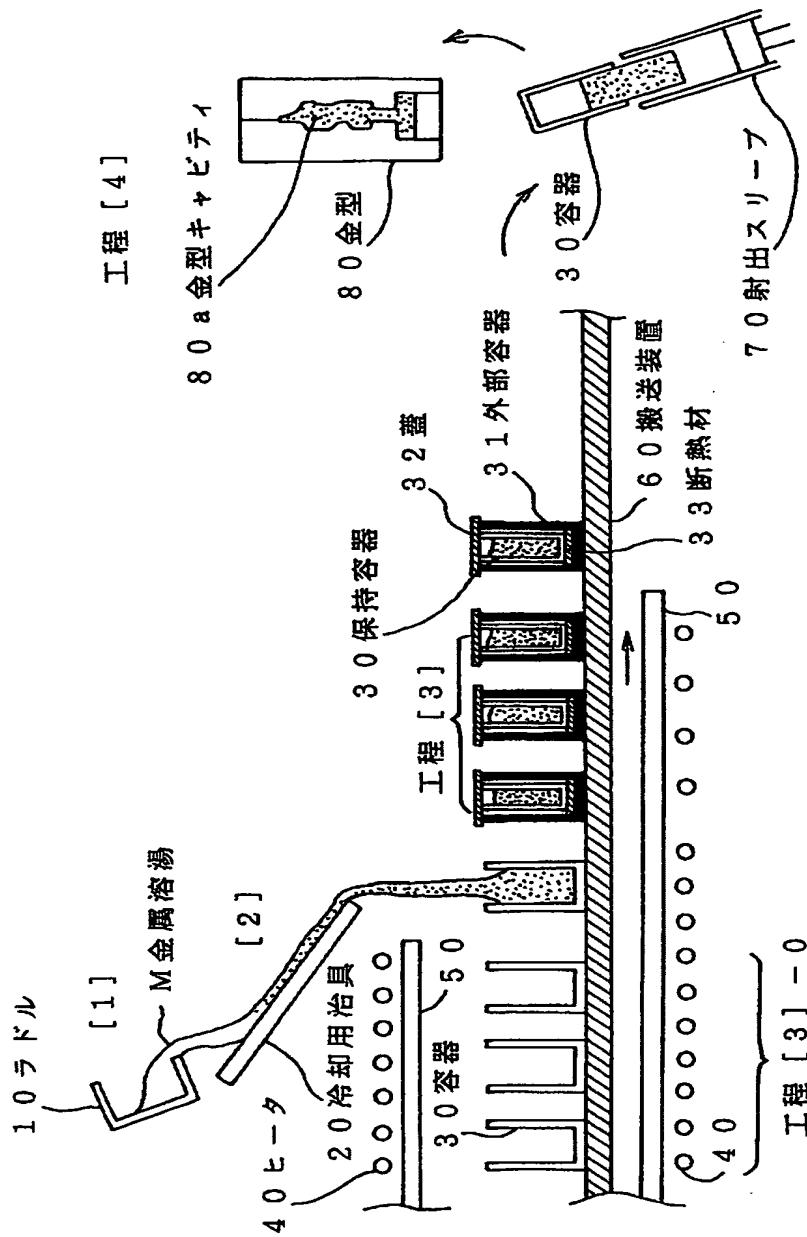
【図 1】



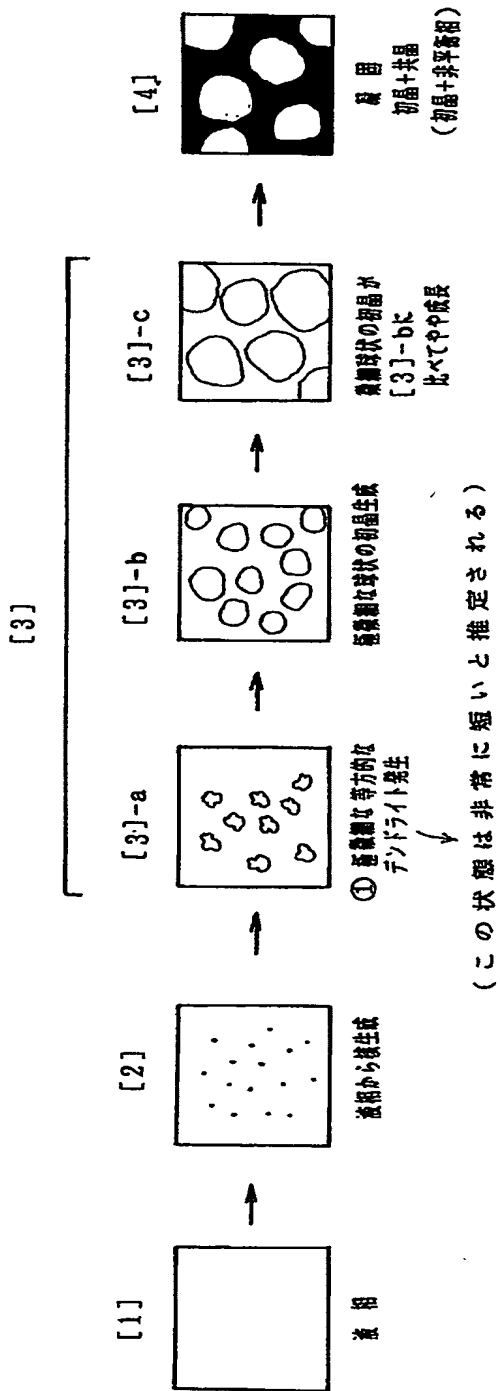
【図 2】



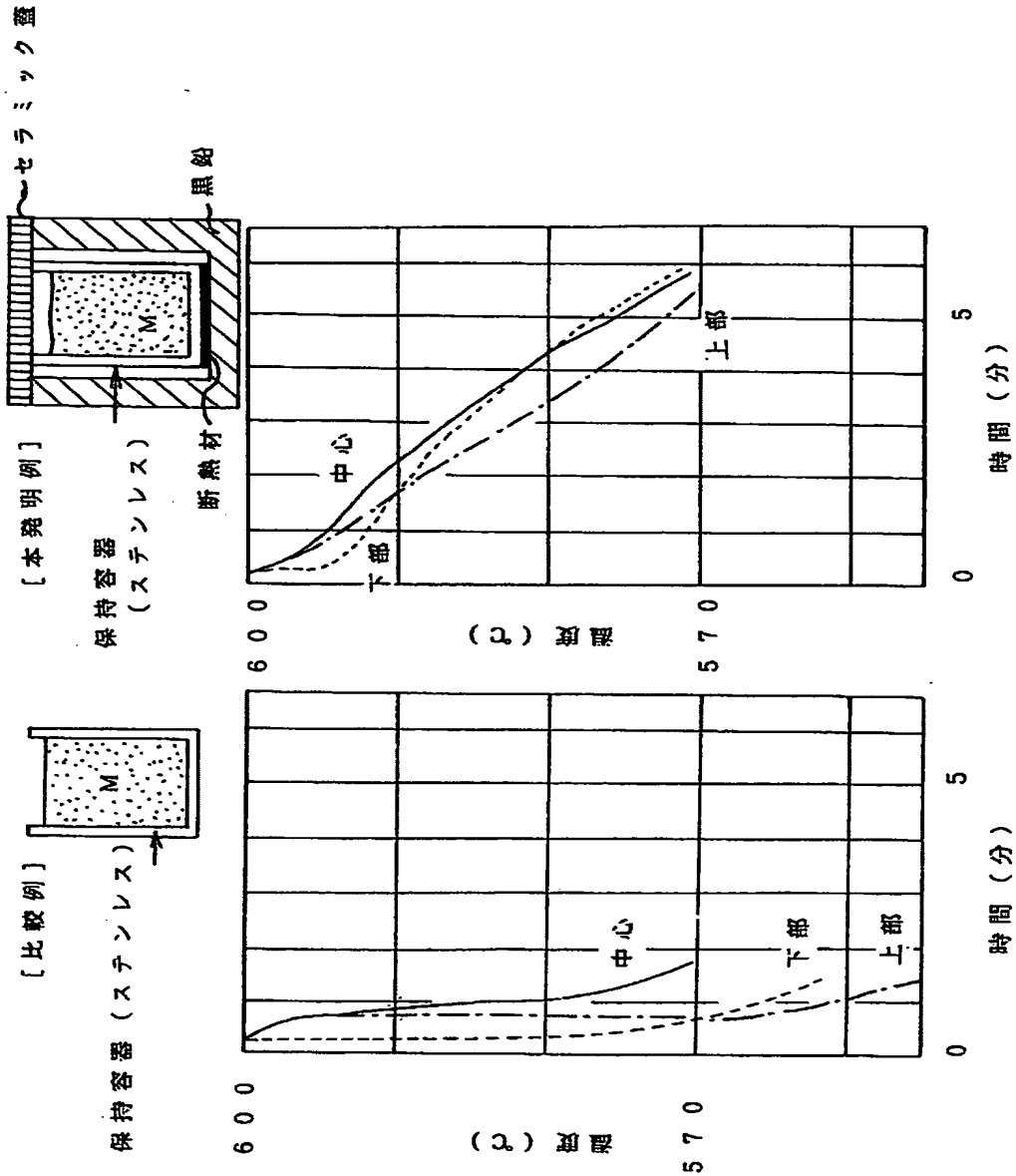
【図 3】



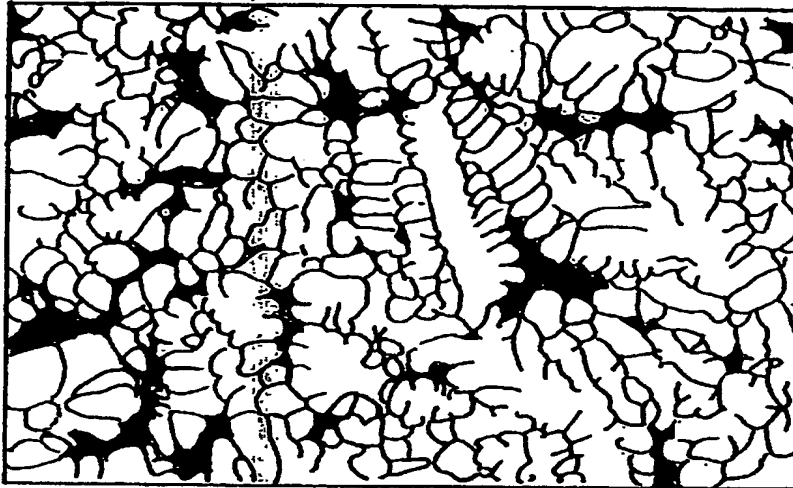
【図4】



【図5】



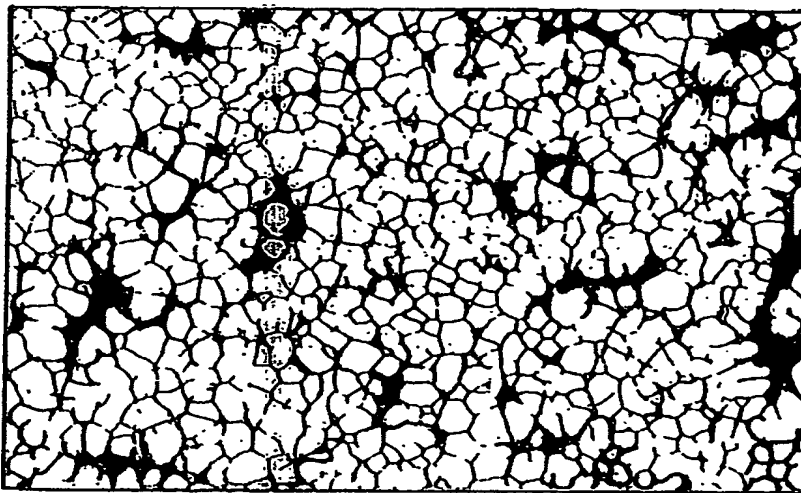
【図6】



200 μ m



【図7】



200 μ m



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 簡便かつ確実に、非樹枝状晶の微細な初晶を該合金中に晶出させ、かつ該容器内の合金の温度分布を均一に保持して急速に冷却した後、該合金を成形用金型に供給して加圧成形する半熔融金属の成形方法を提供するものである。

【構成】 結晶核を有する液相線温度以上の液体状態の合金、または結晶核を有する成形温度以上の固液共存状態の合金を、熱伝導率（室温）が $1.0 \text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$ 以上の材質であって注湯前に該合金の液相線温度以下に保持された保持容器に注湯し、成形に適した固相率を示す温度まで冷却する工程において、該保持容器を収納することが可能で、該保持容器よりは熱伝導率が小さいか、もしくは該保持容器と熱伝導率が同等以上で該保持容器よりは初期温度が高いか、あるいは該保持容器との間に気体で充填された間隙を保有した外部容器内に該保持容器を収納したうえで、微細な初晶を該保持容器内の該合金液中に晶出させ、かつ、該容器内の合金の温度分布が遅くとも成形前には均一になるようにして急速に冷却し、冷却後に該合金を成形用金型に供給して加圧成形するものである。

【選択図】 図3

【書類名】 職権訂正データ
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】 申請人
【識別番号】 000000206
【住所又は居所】 山口県宇部市西本町1丁目12番32号
【氏名又は名称】 宇部興産株式会社

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000206]

1. 変更年月日	1990年 8月28日
[変更理由]	新規登録
住 所	山口県宇部市西本町1丁目12番32号
氏 名	宇部興産株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.